# أثر تلوث البيئة في المباني الأثرية

# The impact of environmental pollution in historic buildings

إعداد الباحث
أ. عمر إبراهيم المنشاز
قسم الجغرافيا

## المقدمة:

إن التآكل الطبيعي بسبب التقادم الزمني للمباني الأثرية هي ظاهرة طبيعية معروفة، فالعوامل الطبيعية التي تسبب تآكل وتشقق المعالم التاريخية بمرور الزمن هي ظواهر طبيعية، ولكن الإنسان بنشاطاته تدخل وأحدث عوامل أصبحت هي الخطر الأكبر على المباني الأثرية.

ومن هذه العوامل ما سببه للبيئة من تلوث الأمر الذي انعكس على العديد من المركبات في البيئة التي تعد إحداها ما خلفته لنا الأجيال السابقة من تراث ثقافي غني، وشواهد تاريخية نقلت لنا أخبار وحضارات الماضي، حيث عمل تلوث البيئة على تسريع تآكل المباني الأثرية وتشققها وبالتالي انهيارها وفقدانها في بعض الأحيان، وعمل على زيادة فعالية العوامل الطبيعية في تدهور المباني الأثرية بنسبة من ١٠ إلى ١٠٠ [1].

**وفيما يلي أهم مصادر التلوث والملوثات الناتجة عن هذا التلوث:**

### أولا: مصادر التلوث والملوثات الناتجة:-

**١- النشاط الصناعي:**

بدا التلوث كظاهرة بيئية منذ أن ظهر الإنسان على سطح الأرض، إذ أن التلوث عمل بشري بالدرجة الأولى، ولكنه ظل

---

([1]) N,Watkiss & others(2000) The effects of air pollution on building materials, AEA Technology in UK and Ecole des Mines de Paris, p3.

محدوداً ولم يصل إلى حد المشكلة حتى احتلت الصناعة المدعمة بالتفوق العلمي والتكنولوجي قمة الأنشطة التي سعى الإنسان من خلالها جاهداً فرض سيطرته على بيئته، وإذا كانت البشرية قد استبشرت خيراً بقدوم الصناعة المتطورة، وبما يمكن أن تحدثه من رخاء ورفاهية لا مثيل لهما إلا أنها لم تلبث أن فوجئت بما لم تكن تتوقعه، إذ بدأت الصناعة من خلال سوء التخطيط لها من خلال النظرة الاقتصادية الربحية القصيرة النظر التي لا تلتفت للبيئة تكشف لنا عن وجهها الآخر، وأصبح التلوث وهو وليد الصناعة بالدرجة الأولى من أخطر مشكلات البيئة بل هو مشكلة العصر الملحة التي باتت تؤرق المسؤولين من أجل وضع ضوابط ومعايير يمكن بها أن نحد من خطر هذه المشكلة. لذا ذهب العديد من الباحثين إلى القول بأن النشاط الصناعي هو المصدر الأكبر والأخطر للملوثات البيئية، فهو يلوث بيئة المؤسسة الصناعية أولاً ثم ينتقل إلى البيئة المحيطة ليلوثها، ثم ينتقل إلى البيئة العالمية عن طريق ملوثات الهواء ليؤدي إلى تلوثها والإخلال بالتوازن البيئي فيها.

ويمكن أن نجمل المصادر الصناعية الرئيسة الملوثة للبيئة والملوثات التي تنتجها فيما يلي:

**أ) محطات توليد الطاقة:**

تستخدم هذه المحطات النفط بحرقه لتوليد البخار والكهرباء، وتحلية المياه..وغيرها من الاستخدامات الأخرى، كم تستخدم بعض المحطات الفحم الحجري كوقود لهذه المحطات، وينتج عند حرق النفط والفحم الحجري عدة ملوثات لعل أهمها أكاسيد الكربون والكبريت والنيتروجين.

**ب) صناعات تعدينية:**

تشمل صناعة الحديد والصلب والألمونيوم والزنك والرصاص...وغيرها، وينتج عن هذه الصناعات الكثير من الملوثات مثل الجزيئات الصلبة وأكاسيد الكربون والكبريت إضافة إلى الفلور والزرنيخ...الخ.

**ج) صناعات مواد البناء:**

تشمل صناعة الإسمنت وإنتاج القرميد والخزف والسيراميك والزجاج...وغيرها، وتعمل هذه الصناعات على إخراج ملوثات تخرب البيئة المحيطة، ولعل أخطرها صناعة الإسمنت التي تلوث الهواء الجوي بالغبار(الجسيمات الصلبة Particulates) والغازات كأكاسيد الكربونCO والكبريت SO والنيتروجين NO ...والكثير من الملوثات الأخرى.

**د) الصناعات الكيماوية:**

تتمثل في الصناعات البتروكيماوية ومصافي النفط، ومصانع الأسمدة، ومصانع الكلور والصابون ومصانع الورق والطلاء...وغيرها، وتمتاز هذه الصناعات أنها لا تلوث وحدها بل إن منتجاتها من بين مصادر التلوث أيضاً، فصناعة الأسمدة والمبيدات مثلاً تنتج ملوثات للبيئة، ومنتجاتها من الأسمدة والمبيدات تسبب التلوث أيضاً.

تنتج هذه الصناعات العديد من الملوثات منها أكاسيد الكبريت والكربون والنيتروجين...وغيرها من الغازات عند حرق الوقود لإنتاج الطاقة المحركة لهذه الصناعات، وعموما فإن الملوثات الناتجة تعتمد على نوع الصناعة الكيماوية فمثلاً صناعة الكلور ينتج عنها الهيدروكربونات الكلورية، وحمض كلور الماء...

**هـ) الصناعات الغذائية والمنتجات الحيوانية:**

تتمثل في مصانع المعلبات، والسكر، ومصانع الأسماك، والألبان، وصناعات الجلود ...وغيرها.

وتنتج عنها الأكاسيد المذكورة سابقاً نتيجة حرق الوقود إضافة إلى ملوثات ناتجة عن تفسخ الأغذية كحمض الفلريك والكابرويك وكبريتيد الهيدروجين[٢] لتلوث التربة والماء والهواء.

---

([2]) الصطوف: عبد الإله، التلوث البيئي، منشورات جامعة سبها، ١٩٩٥م، ص٦٩ .

**و) صناعة الطاقة النووية:**

وتنتج الملوثات الإشعاعية من خلال تساقط الغبار النووي المشع الناتج عن التفجيرات النووية، ومن التسرب الناتج عن مفاعلات الطاقة النووية، ومن استخدام النظائر المشعة في الصناعة والطب والأبحاث.

**٢ـ التلوث الناتج عن وسائل النقل:ـ**

**أ- وسائل النقل ذات محركات الاحتراق الداخلي:**

تستخدم المركبات من هذا النوع البنزين أو الديزل كوقود لإنتاج الطاقة الحركية، فينتج من خلال حرقهما العديد من الملوثات التي تلوث البيئة، ولا سيما وأن أعداد المركبات في تزايد متسارع مستمر في العالم. ومما يزيد في خطورة هذا المصدر للتلوث هو أن الطرقات توجد بالضرورة في المناطق الآهلة بالسكان وبخاصة في المدن المزدحمة التي تسير فيها المركبات ببطء الأمر الذي يزيد من كمية الملوثات ويسبب الضوضاء، إضافة إلى أن ازدحام المباني وعدد المركبات الكبير في المدن يسهم في إيقاء وتركيز الملوثات فيها، مما يزيد من خطورة هذا المصدر للتلوث.

تعد أكاسيد الكربون كأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون $CO_2$، وأكاسيد النيتروجين، والهيدروكربونات، وثاني أكسيد الكبريت $SO_2$ من أهم الملوثات الخارجة من المركبات،

وقد كان الرصاص من الملوثات المهمة التي تطلقها عربات النقل إلا إن كثير من دول العالم منعت استعماله في البنزين.

**ب- السفن:**

تزايدت أعداد السفن في العالم ازدياداً هائلاً نظراً لحجم التجارة المتزايد فيما بين دول العالم، ورخص أسعار النقل البحري عن غيره من أنواع النقل الأخرى، وتستعمل السفن النفط من خلال حرقه كطاقة حركية، إضافة إلى الطاقة النووية التي دخلت أخيراً في تحريك السفن الضخمة التي تجوب البحار والمحيطات.

ومن خلال استعمال هذين النوعين من الطاقة إضافة إلى طاقة البخار التي كانت تستخدم قديماً يخرج إلى الهواء الجوي كثير من الملوثات فتلوث الهواء والمسطحات المائية والبيئة ككل.

**ج- الطائرات :**

تعد الطائرات أحد المصادر الكبيرة للتلوث فهي تستهلك كمية كبيرة من الوقود، وبالتالي فهي تنتج كمية كبيرة من الملوثات كأكاسيد الكربون والكبريت والنيتروجين وبخاصة عند الاحتراق غير الكامل للوقود عند الإقلاع، ومما يزيد من خطورة هذا المصدر إذا كانت المطارات قريبة من المدن المزدحمة بالسكان.

### ٣- التلوث الناتج عن الأنشطة المنزلية:

### أ) نظم التدفئة المنزلية:

تشمل أجهزة التدفئة الشخصية الخاصة التي تعتمد على أحد مشتقات النفط كوقود، أو أجهزة التدفئة المنزلية الجماعية (التدفئة المركزية) التي تستخدم أحد مشتقات النفط كمصدر للطاقة من خلال حرقه وكنتيجة للتطور الحضاري فإن أجهزة التدفئة من النوعين انتشرت بشكل كبير في جميع دول العالم، وأصبحت تفرغ ملوثاتها كأكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت في الهواء، وتضر السكان بشكل مباشر وبخاصة إذا كانت ارتفاعات المداخن غير عالية، ولا تستخدم أي معدات تنقية لغازات الاحتراق وهذا هو الشائع.

### ب) النفايات الصلبة المنزلية وعمليات إحراقها:

يقصد بها فضلات الطعام، والورق، والزجاج، والبلاستيك، والعلب المعدنية..وغيرها، وتختلف هذه النفايات في كميتها ونوعها حسب الكثافة السكانية وارتفاع مستوى المعيشة وطرق التعامل معها من قبل السكان.

تسبب هذه النفايات تلوث البيئة من خلال تعفنها ومساعدتها على انتشار القوارض والحشرات غير المرغوبة الأمر الذي يسبب في انتشار الأمراض بالمنطقة التي تلقى فيها هذه النفايات، وبخاصة أن بعضها بطئ التحلل أو لا يتحلل كالبلاستيك، ومن

أشهر الطرق في التخلص من النفايات هو حرقها الأمر الذي يعمل على تلويث الهواء الجوي بأكاسيد الكربون والكبريت ..وغيرها.

**ج) المخلفات السائلة (الصرف الصحي):**

هي المياه الناتجة عن أنشطة الإنسان في السكن (مياه صرف صحي) وإفرازات الحيوانات..وغيرها، وتعمل هذه الملوثات على تلويث التربة مما قد ينقل الأمر إلى المباني الأثرية وإلى باقي مركبات البيئة الأخرى.

## ٤- التلوث الناتج عن الأنشطة الزراعية.-

**أ) إحراق بعض الغابات وتحويلها إلي مزارع:**

أدى إحراق الغابات في حد ذاته إلى تلويث الهواء الجوي إضافة إلى ما ينتج عن تحويل هذه المساحات إلى مزارع مما عرض التربة إلى التعرية بواسطة الرياح والمياه الجارية مما جعلها أراضٍ جرداء غير منتجة (متصحرة).

**ب) الاستغلال الجائر للأراضي الزراعية:**

تؤدي عمليات الري المتواصلة إلى تملح التربة، وتدهور نوعيتها، وبخاصة إذا كانت هذه الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة (المناطق الحدية)، وبالتالي تتصحر هذه الأراضي وتزيد من نسبة الغبار في الهواء الجوي.

**ج) استخدام الأسمدة والمبيدات الحشرية:**

استعاض الإنسان عن الأسمدة العضوية بالأسمدة الكيماوية التي عملت على تلويث التربة والغذاء، كما أدى الإفراط في استعمال المبيدات الحشرية إلى الإخلال بالتوازن البيئي فعمل على القضاء على حيوانات مفيدة وأدى إلى ظهور طفيليات جديدة مقاومة لهذه المبيدات مما عمل على التأثير على أشياء أخرى كالمباني الأثرية.

**ثانيا: تأثير التلوث على المباني الأثرية:-**

عمل الإنسان من خلال نشاطاته على إطلاق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون ستصل إلى تركيز أكثر من ٣٥٠ جزء من المليون عام ٢٠١٠م[٣]، وغازات الكلوروفلوركربون (الفريونات)، وأكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت...وغيرها من الملوثات[٤]، التي عملت على إحداث ما يسمى بظاهرتي ثقب الأوزون والانحباس الحراري الأمر الذي عمل على ارتفاع درجة حرارة العالم، وارتفاعها انعكس سلباً على المباني الأثرية، فالأثر

---

([3]) جريبين: جون، ظاهرة الصوبة(ترجمة:أحمد مستجير)، الهيئة المصرية للكتاب، ١٩٩٢م، ص١٤٩ .

([4]) الدوغجي: مصطفى، الآثار البيئية المدمرة للغلاف الجغرافي(الجيوسفير)نتيجة لتلوث الغلاف الغازي للأرض(الأثموسفير) بما يعرف بغازات الدفيئة، الملتقى الجغرافي الأول، ج٢، منشورات جامعة السابع من أبريل، ١٩٩٤م، ص٣٧.

المباشر تمثل في زيادة عمليات التجوية الميكانيكية والكيماوية للصخور والأحجار التي بنيت منها المباني الأثرية، فعندما ترتفع درجة الحرارة عند سكون الهواء أثناء النهار وبخاصة في المناطق الحارة تتمدد بعض معادن الصخور أكثر من غيرها؛ لأن الصخور تحوي عدة معادن ولكل معدن درجة تمدد معينة، فيتمدد بعضها ولا يتمدد البعض الآخر الأمر الذي يؤدي إلى تفكك داخلي في الصخر، ويجعله متشققاً ومعداً لكي تعمل عوامل التعرية فيه عملها، إضافة إلى ذلك فالصخور والأحجار المبنية منها الآثار رديئة التوصيل للحرارة الأمر الذي يؤدي إلى تأثر السطوح بالحرارة وتمددها وبقاء الجزء الداخلي بدون تمدد مما يعمل على نشوء فواصل أفقية بينها وتصبح جاهزة للتعرية، وفي الليل عند انخفاض درجة الحرارة تنكمش المعادن إلى وضعها السابق إلا أن بعضها يكون أسرع من البعض الآخر مما يسهم أيضاً في التشقق والتفتت.

إن زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي عمل على زيادة كمية الأحماض الكربونية الساقطة مع الأمطار، فعندما تسقط الأمطار يذوب بعض من ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء في هذه المياه ليكون أحماض مثل حمض الكربونيك، وعندما تتسرب هذه الأحماض إلى مبانٍ في تكوينها تدخل كربونات الكالسيوم يحدث تفاعل كيماوي على إثره تتحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات الكالسيوم والتي من أهم خصائصها

الذوبان في الماء الأمر الذي يعمل على التفتت التدريجي لهذه المباني وتشققها ومن ثم انهيارها أو فقدان أجزاء مهمة منها.

إضافة إلى ذلك فالكميات الكبيرة من أكاسيد الكبريت التي أطلقت في الهواء الجوي وقدرت بحوالي ٥٠ مليون طن سنوياً[٥] والناتجة عن تزايد الأنشطة البشرية المكونة لأغلب هذه الكميات حيث بلغت نسبة أكاسيد الكبريت الناتجة عن الأنشطة البشرية ٨٦.٦% من الإجمالي الذي يشمل العوامل البشرية والطبيعية التي تسبب انبعاث هذه الأكاسيد في الهواء الجوي[٦]، قد عملت على تكون كميات كبيرة من حمض الكبريتيك الذي يتساقط مع الأمطار ليضر بالبيئة ومنها المباني الأثرية، فمثلاً: سبب المطر الحمضي في تفتت بعض أحجار برج لندن، وكنيسة وستمنستر آبي وكنيسة سانت بول في بريطانيا، وذلك نتيجة التفاعل بين أحجار الجير وحمض الكبريتيك الساقط مع الأمطار الحمضية أو بوجوده في ضباب لندن[٧].

---

([5]) علام: أحمد خالد- أحمد: عصمت عاشور، التلوث والتوازن البيئي، نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع، ١٩٩٩م، ص٧٤.

([6]) Berresheim,H.,Wine,P.H.and Davies D.D.,(1995) Sulfur in the atmosphere in composition, chemistry and climate of the atmosphere, ed.H.B.ISBN.p3.

([7]) علام: أحمد خالد- أحمد: عصمت عاشور، التلوث والتوازن البيئي، مرجع سابق، ص٧٤.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن الأحجار الجيرية والرخام والأحجار الرملية هي الأنواع الأكثر تأثراً بالأمطار الحمضية، والترسيب الحمضي الجاف، وباقي أنواع التلوث، ولسوء الحظ فإن أغلب المباني الأثرية قد أنشأت منها.

ومن منطلق أن المباني الأثرية لم تعد مجرد شواهد تاريخية فقط؛ بل أصبحت قيماً اقتصادية تنموية للسياحة والتعليم فلقد قدرت أضرار أكاسيد الكبريت على المباني في أوروبا من ١٠٠-٤٠٠ دولار للطن الواحد[٨]، وعلى هذا الأساس وعلى أساس أن إجمالي المنبعثات في العالم من أكاسيد الكبريت ٥٠ مليون طن/ السنة – كما أشرنا سابقاً- يمكن معرفة تكاليف أضرار أكاسيد الكبريت على المباني في العالم حيث تتراوح من ٥ – ٢٠ مليار دولار سنوياً.

إن تواجد مصدر لإطلاق الغبار للهواء الجوي وترافقه مع مصدر آخر يطلق غازات أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين كمصانع الإسمنت يعمل على امتصاص وإمتزاز ذرات الغبار لهذه الأكاسيد والتصاقها بها، ثم تترسب معها على الأرض وهذا ما يسمى بالترسيب الحمضي الجاف، وعند وجود الضباب تتفاعل الأكاسيد مع بخار الماء ليكون ما يسمى بالضباب الحمضي، وتتواجد هاتان الحالتان في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث تندر

---

([8]) N,Watkiss & others(2000) The effects of air pollution on building materials, Op.cit, p10-11.

الأمطار وتكثر حالات الضباب والندى، وتتأتى خطورة الترسيب الحمضي الجاف من استمرارية ترسبه وعدم نظافة الهواء من الأحماض طول العام إلا في حالات قليلة فالأمطار تعمل كمنظف للهواء من الأحماض وغيرها من الملوثات، ومن ثم فإن الشواهد التاريخية في المناطق الجافة وشبه الجافة معرضة بشكل أكبر للخطر، ومنها على سبيل المثال مدينة لبدة الأثرية التي تقع في الشمال الغربي لليبيا التي تأثرت بأكاسيد الكبريت المنطلقة من مصانع الإسمنت القريبة منها، ومحطة توليد للطاقة، إضافة إلى المركبات الدائبة الحركة في الطرقات الكثيرة التي تمر بجانبها، حيث تعمل على "تآكل الشواهد التاريخية بها والتعجيل بسقوطها، وتعمل على فقدان بعضها الآخر لملامحها أو تشويه صورتها إذ تتكون طبقة من الغبار الملتصقة به أكاسيد الكبريت على الشاهد فتنشط هذه المواد في عمل تفاعلات كيماوية تؤدي إلى التفتت والتآكل فمثلاً تغلغل ثاني أكسيد الكبريت في المنحوتات المكونة من الحجر الجيري يؤدي إلى تفاعلها وتكون كبريتات الكالسيوم التي تسبب التفتت التدريجي"[٩].

أما في المناطق المطيرة فإن ترافق الغبار مع أكاسيد الكبريت والنيتروجين والكربون يوفر نويات تكاثف لقطرات المطر ومع حدوث التفاعل بين هذه الأكاسيد وبخار الماء تنتج أحماض

---

(٩) المنشاز: عمر إبراهيم، مصنع لبدة للإسمنت وأثره على تلوث البيئة المحيطة،(رسالة ماجستير غير منشورة)، ٢٠٠٠م، ص١٢١.

الكبريتيك والنيتريك والكربونيك التي تعمل على تكسر أحجار المباني الأثرية وانهيارها **عن طريق ثلاث عمليات**:

**١ـ على المدى القصير**:

أ) الأحجار المحتوية على كربونات الكالسيوم ينحل الكالسيت Calcite في المطر بواسطة ثاني أكسيد الكربون.

ب) بسبب الأمطار الحمضية الناتجة عن تلوث الهواء.

ج) بسبب ترسب الملوثات وبخاصة أكاسيد الكبريت SO

**٢ـ متوسط المدى**:

في الأحجار الرملية الجيرية يؤدي إلى انحلال كربونات الكالسيوم إلى إزالة كميات صغيرة من كربونات الكالسيوم المصفوفة الأمر الذي يسبب سقوط حبيبات الرمل مما يؤدي إلى مزيد من تآكل السطح الشديد.

**٣ـ على المدى البعيد**:

في المناطق المحمية حيث كبريتات الكالسيوم التي لا يصلها المطر دائماً يحدث تراكم للأملاح بسبب التبخر المستمر لمياه الندى أو المياه المتجمعة من تكاثف الضباب أو من المطر في حالات وصوله لهذه المناطق، وهذا التراكم للأملاح يسبب حدوث تقشير بطيء، ولكنه مضر بالشاهد الأثري.

إضافة إلى ما سبق يولد النشاط الصناعي غاز الأوزون الأرضي الذي يتفاعل مع أكاسيد الكبريت والنيتروجين بوجود

الأشعة الشمسية أو عند حدوث البرق والصواعق لتتكون أحماض الكبريتيك والنيتريك، ومن ثم تعمل على الإضرار بالمباني الأثرية كما أشرنا إلى ذلك سابقاً.

لقد سبب الإنسان بنشاطاته العديد من المشكلات البيئية ومنها ما يحدث حالياً من تغير للمناخ الذي اسهم بنسبة كبيرة في التأثير على المباني الأثرية، حيث أن تصحر بعض المناطق – وهو من الآثار غير المباشرة لارتفاع درجة حرارة العالم– التي توجد بجانب المباني الأثرية أو حتى بعيداً عنها قد زاد من أثر عوامل التعرية، حيث زادت سرعة الرياح نتيجة قوة الضغوط التي تتكون على الأراضي الجرداء القاحلة وتباينها الشديد مع الضغوط التي تتكون على المسطحات المائية مما يزيد من سرعة الرياح وقوتها الأمر الذي يزيد من تفتيتها للأحجار والصخور المكونة للمباني الأثرية.

إضافة إلى ذلك فإن تصحر الأراضي يسبب زيادة ما تحمله الرياح من مفتتات صخرية، ويزيد من قوة وكثرة العواصف الغبارية في المناطق الجافة الأمر الذي يعمل على زيادة الأثر على المباني الأثرية، فالمفتتات التي تحملها الرياح تعمل كمعاول هدم لصخور وأحجار المباني الأثرية.

إن تغير المناخ عمل على نقص الأمطار في أماكن كان المطر فيها غزيراً، فطالت فترات الجفاف، وتناقص الغطاء النباتي

مما سبب في تصحر هذه الأماكن فزادت سرعة الرياح فيها، وتكونت العواصف الغبارية مما زاد من الأثر على المباني الأثرية.

كما عمل تغير المناخ على زيادة مدة وشدة سقوط الأمطار على أماكن أخرى الأمر الذي أدى إلى زيادة تغلغل الأمطار في المباني، فشدة سقوط المطر تعمل على إزالة المفتتات التي فتتت من قبل عوامل التجوية أو من الأحماض فتصبح مناطق أعمق جاهزة للتفتيت، هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فشدة سقوط الأمطار تعمل على تكسير جزيئات الأحجار وبخاصة الناتئة منها في المباني الأثرية، فتكمل ما فعلته العوامل الأخرى من توهين بعض الأجزاء الصخرية.

كما يسبب سقوط الأمطار بغزارة أكثر من ذي قبل أو سقوطها على مناطق لم تكن تسقط فيها إلى حدوث فيضانات مدمرة لبعض المدن الأثرية، فما إن تصل السيول إلى المباني الأثرية حتى تجرف أساساتها وتسقطها، وفي بعض الأحيان تنقل بعض شواهدها إلى أماكن أخرى، أو تطمرها في أماكن غير معلومة، مما يلحق الضرر الكبير بالمباني الأثرية.

إن ارتفاع درجة حرارة العالم وتغير المناخ عمل على الإخلال بالضغوط الجوية وأماكن تكونها، وسبب في حدوث عواصف وأعاصير على أماكن لم تكن تصلها، وزاد من قوة ومرات حدوث العواصف على أماكن أخرى، وهذا الأمر عمل

على إحداث الضرر على مبانٍ أثرية لم تكن تعاني من هذه الظواهر.

يؤدى ارتفاع درجة حرارة العالم إلى زيادة عمليات التبخر من المسطحات المائية مما يزيد من نسبة الرطوبة، ومن المعروف أن أغلب المباني والمدن الأثرية تقع بالقرب من هذه المسطحات، لذا فمن الطبيعي أن تكون نسبة الرطوبة مرتفعة في هذه الأماكن.

إن ارتفاع نسبة الرطوبة يسبب زيادة التآكل والتشقق للمباني الأثرية، فكما أسلفنا تتفاعل أكاسيد الكبريت والكربون والنيتروجين مع هذه الرطوبة لتنتج أحماض تترسب على الشواهد الأثرية بغض النظر عن سقوط الأمطار من عدمها الأمر الذي يعمل على تآكل هذه الشواهد.

إضافة إلى ذلك فتوفر الرطوبة يشكل بيئة لنمو الفطريات والبكتيريا والطحالب على سطوح المباني الأثرية أو خلال الشقوق أو النقوش أو الحفر الصغيرة والكبيرة في المباني الأثرية، وبخاصة مع توافر الجسيمات الصلبة المترسبة في هذه الأماكن مما يعمل على التآكل التدريجي للآثار، ولقد قدرت تكاليف ضرر الجسيمات الصلبة على المباني في أوروبا من ٧٠ – ٣٠٠ دولار للطن الواحد[١٠]، الأمر الذي يدل على مدى ضرر هذا النوع من

---

([10]) N,Watkiss & others(2000) The effects of air pollution on building materials, Op.cit, p10-11.

الملوثات على المباني الأثرية وبخاصة مع ترافقه مع ملوثات أخرى.

يعمل تغير المناخ بارتفاع درجة الحرارة على ذوبان الثلوج في القطبين، وفي أعالي الجبال الأمر الذي عمل ولا زال يعمل على الرفع من مستوى سطح البحار والمحيطات مما يسبب في غمر بعض المباني والمدن الأثرية التي تقع على هذه السواحل مما يعرضها للتعرية البحرية، وتحدث هذه التعرية التي تسبب تفتت وتشقق المباني الأثرية بفعل الأمواج أو التيارات البحرية الداخلية، إذ تعمل الأمواج على التفتيت للأحجار والصخور المكونة للمباني الأثرية بفعل التصادم نفسه أو بضغط الهواء في الشقوق داخل المبنى الذي يحدثه ارتطام الموجة به، ثم تمدد هذا الهواء بعد انسحاب الموجة مما يعمل على التفتيت والتكسير للأحجار، إضافة إلى ذلك فإن ما تحمله الأمواج من مفتتات يعمل كمعاول هدم لهذه المباني.

إضافة إلى ما سبق فإن غمر بعض المباني الأثرية يعرض بعض الصخور المكونة لها لخطر الذوبان في الماء إذا كانت من الأنواع التي تذوب في الماء.

كما تعمل التيارات البحرية على تفتيت وتآكل المباني الأثرية المغمورة داخل البحار والمحيطات بالارتطام المستمر للمياه بالمباني الأثرية الأمر الذي يعمل على تشققها وتفتتها أو إزالة النقوش عنها وإلحاق الضرر بها وطمس معالمها. كما سيعمل غمر

هذه المباني بالمياه على تكون مستعمرات من الطحالب والكائنات الحية البحرية التي تعمل على التآكل التدريجي لها، وطمس معالمها ونقوشها.

إن إطلاق بعض الصناعات مواد كيماوية سبب تلوث التربة بهذه المكونات وزيادة نسبها في التربة الأمر الذي عمل على زيادة عمليات التحلل لأساسات المباني الأثرية مما قد يسبب في انهيارها بمرور الزمن، أو المباني الأثرية المطمورة حيث يعمل على تآكلها وطمس معالمها.

اسهم التلوث الحضري في التأثير على المباني الأثرية، حيث إن احتياجات التطوير العمراني الحديثة والزيادة المفرطة للسكان (الانفجار السكاني)، وغلاء قطع الأراضي في المدن، وعدم وجود أراضٍ كافية للبناء إلاَّ على حساب الأراضي الزراعية، وحساب الكلفة الاقتصادية للحفاظ على المباني الأثرية، ومقابلتها بالكلفة الاقتصادية والاجتماعية لمشروعات الإسكان والصحة والتعليم..وغيرها، أصبحت مشروعات الحفاظ على المباني الأثرية تتراجع وبخاصة في مدن العالم الثالث؛ بل إن البعض يعتبرها عائقاً للتقدم والارتفاع بمستوى المعيشة، وتلبية حاجات السكان الحاليين الملحة.

وبالنظر إلى أهمية وجهة نظر الفريقين يمكن أن لا نحافظ على كل ما ترك السلف إلاَّ ما كان يمثل مكانة تاريخية خاصة، أو

ذو أهمية معمارية أو تصميمية أو إبداعية خاصة، أو متفرداً لا يوجد منه الكثير في العالم.

اتضح مما سبق أن للتلوث تأثير واضح على المباني الأثرية، فهو يزيد من فعالية العوامل الطبيعية في تفتيت وتآكل المباني الأثرية، ولا أدل على تأثيره من ما عملته إدارة المبنى الأثري (الأكروبولس) باليونان من استبدال بعض الأعمدة الأثرية بأعمدة مقلدة مشابهة لها خوفاً عليها من آثار التلوث[١١].

ولكي نتجنب آثار التلوث على المباني الأثرية لابد أولاً من خفض انبعاث أكاسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنيتروجين...وغيرها من الملوثات، والتوقيع على الاتفاقيات الدولية وتنفيذ الموقع منها وبخاصة من الدول الصناعية الكبرى كالولايات المتحدة الأمريكية والصين، فزيادة التلوث بهذه الوتيرة لن تتضرر منه المباني الأثرية فحسب؛ بل تضرر ويتضرر منها الإنسان نفسه في صحته وبيئته التي يعيش فيها ومنها، وأصبح هذا التلوث يشكل خطراً على حياته. ولقد صدق الله تعالى في كتابه الكريم إذ قال "**ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ**"[١٢].

---

([11]) **www.Bahethon.com ، مدينة أثينا- الجمال والآثار التاريخية، مجلة الباحثون العلمية، ٢٠٠٩م، ص٤.**

([12]) القرآن الكريم، سورة الروم، آية ٤١.

**إضافة إلى ما سبق يجب العمل على مراعاة الآتي لحماية المباني الأثرية:-**

أ) العمل على حظر بعض الأنشطة وخاصة الصناعية منها بالقرب من المباني الأثرية، مثلما عملت الهند التي حظرت بعض الأنشطة الصناعية بالقرب من (تاج محل) للحد من التلوث البيئي الذي سبب تآكل بعض القطع الأثرية والمباني هناك، وخوفاً من التأثير المستقبلي للملوثات[١٣].

ب) تهيئة الظروف البيئية لحفظ المبنى الأثري باستخدام آخر ما توصل إليه العلم في مجال حماية المباني من التلوث وآثاره.

ت) استخدام المواد والخامات طويلة الأمد عند ترميم المباني الأثرية.

ث) تخليص المباني الأثرية من كل عوامل التلف مع ضرورة الاحتفاظ بكل المظاهر القديمة للمباني الأثرية.

ج) استبدال بعض القطع المهمة بأخرى مقلدة تشبهها ووضعها في مكان محفوظ كالمتاحف يبعدها عن أثر التلوث، مثلما عملت إدارة المبنى الأثري (الأكروبولس) باليونان.

ح) التحكم في دخول الهواء داخل المتاحف، وذلك بوضع مرشحات للهواء على النوافذ.

---

([13]) www.Newkerala.com/News/India,(2010) Govt to control pollution in historical buildings, p1.

خ) عمل سدود لمقاومة ارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات للمباني والمدن الأثرية التي تقع على السواحل لمنع غمرها بالمياه.

ونهاية لابد من تقدير مدى الضرر الذي يحدث لكل مدينة أثرية ومبنىً أثري على حده؛ وذلك بعمل دراسات ميدانية، وتقييم الأضرار الحقيقية لكل مبنىً أثري، وتسجيلها بشكل دوري (كل سنة أو أكثر حسب الحاجة)، وإيجاد الطرق الكفيلة بحماية كل مبنى أثري من آثار التلوث حسب نوع الملوث الذي يلحق به الضرر، وموقع الآثار، فحماية الآثار المدفونة غير الآثار الموجودة في المناطق الباردة أو الآثار الموجودة في المناطق الجافة أو الصحراوية، أو الآثار التي تقع على السواحل، فلكل حالة طريقة حماية خاصة بها.

**المصادر والمراجع :-**


١- أرناؤوط: محمد السيد،(٢٠٠٢)، الإنسان وتلوث البيئة، الدار المصرية اللبنانية،ط ٥.

٢- أبا الخيل: عبد الرحمن-قواس: محي الدين،(٢٠٠٥)، النظم البيئية والإنسان، دار المريخ .

٣- جريبين: جون،(١٩٩٢)، ظاهرة الصوبة (ترجمة:أحمد مستجير)، الهيئة المصرية للكتاب .

٤- الدوغجي: مصطفى،(١٩٩٤)، الآثار البيئية المدمرة للغلاف الجغرافي(الجيوسفير)نتيجة لتلوث الغلاف الغازي للأرض(الأثموسفير) بما يعرف بغازات الدفيئة، الملتقى الجغرافي الأول، ج٢، منشورات جامعة السابع من أبريل،ليبيا.

٥- الصطوف: عبد الإله،(١٩٩٥) التلوث البيئي، منشورات جامعة سبها .

٦- علام: أحمد خالد- أحمد: عصمت عاشور،(١٩٩٩)، التلوث والتوازن البيئي، نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع .

٧- غرايبة: سامح -الفرحان: يحيى،(١٩٩١)، المدخل إلى العلوم البيئية، دار الشروق، ط٣ .

٨- المنشاز: عمر إبراهيم،(٢٠٠٠)، مصنع لبدة للإسمنت وأثره على تلوث البيئة المحيطة،(رسالة ماجستير غير منشورة).

٩- القرآن الكريم، سورة الروم، آية ٤١.

١٠- www.Bahethon.com,(٢٠٠٩)، مدينة أثينا- الجمال والآثار التاريخية، مجلة الباحثون العلمية .

11-Berresheim,H.,Wine,P.H.and Davies D.D.,(1995) Sulfur in the atmosphere in composition, chemistry and climate of the atmosphere, ed.H.B.ISBN.

12-N,Watkiss & others(2000) The effects of air pollution on building materials, AEA Technology in UK and Ecole des Mines de Paris.

13-www.Newkerala.com/News/India,(2010) Govt to control pollution in historical buildings.

# أثر تلوث البيئة في المباني الأثرية

**ملخص:**

إن التآكل الطبيعي بسبب التقادم الزمني للمباني الأثرية هي ظاهرة طبيعية معروفة، فالعوامل الطبيعية التي تسبب تآكل وتشقق المعالم التاريخية بمرور الزمن هي ظواهر طبيعية، ولكن الإنسان بنشاطاته تدخل وأحدث عوامل أصبحت هي الخطر الأكبر على المباني الأثرية.

ومن هذه العوامل ما سببه للبيئة من تلوث الأمر الذي انعكس على العديد من المركبات في البيئة التي تعد إحداها ما خلفته لنا الأجيال السابقة من تراث ثقافي غني، وشواهد تاريخية نقلت لنا أخبار وحضارات الماضي، حيث عمل تلوث البيئة على تسريع تآكل المباني الأثرية وتشققها وبالتالي انهيارها وفقدانها في بعض الأحيان، وعمل على زيادة فعالية العوامل الطبيعية في تدهور المباني الأثرية.

ولدراسة هذه المشكلة التي باتت تهدد المباني الأثرية في العالم كله تناول البحث مصادر التلوث والملوثات المؤثرة في المباني الأثرية، وحلل أنواع التلوث المسؤولة عن الضرر الذي يلحق بالمباني الأثرية، ومن ثم حاول البحث الوصول إلى حلول وتوصيات لعلاج أو التخفيف من حدة هذه المشكلة.

## The impact of environmental pollution in historic buildings

**Abstract:**

The erosion due to natural aging time of the ancient buildings are a natural phenomenon known, natural factors that cause corrosion and cracking of the historical evidence over time is a natural phenomena, but its activities of human intervention and later factors become the greatest threat to historic buildings.

Among these factors are caused by environmental pollution, which reflected on several of the compounds in the environment, which is one of the legacy of our previous generations of rich cultural heritage, and evidence of historical conveyed News and civilizations of the past, where he served as pollution of the environment to accelerate the erosion of ancient buildings and crack it and therefore collapse and loss in some cases, and worked to increase the effectiveness of natural factors in the deterioration of historic buildings.

To study this problem, which is now threatening the historic buildings in the whole world studying Find sources of pollution and contaminants affecting historic buildings, analyzed the types of pollution responsible for damage to buildings, archaeological sites, and then tried to search to find solutions and recommendations for the treatment or alleviation of this problem.